



45.770 / H / 12

**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember



RSKe

005.1

Rid

8-1  
2011

TUGAS AKHIR - MO 091336

**PERANGKAT LUNAK TERPADU PADA ANALISA MODEL  
GELOMBANG ACAK DI SALURAN GELOMBANG JURUSAN  
TEKNIK KELAUTAN - ITS**

ABDULLAH MIFTAKHUL RIDUWAN

NRP. 4307 100 033

Dosen Pembimbing

Haryo Dwito Armono, St, M.Eng, PhD

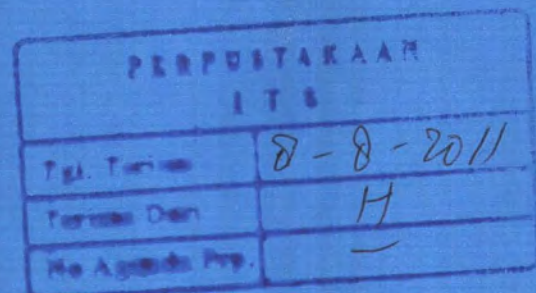
Baharuddin Ali, St., M.Eng.

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2011







**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - MO 091336

**INTEGRATED SOFTWARE ON ANALYSIS OF RANDOM  
WAVES MODEL ON WAVES CHANNEL DEPARTMENT OF  
OCEAN ENGINEERING - ITS**

ABDULLAH MIFTAKHUL RIDUWAN  
NRP. 4307 100 033

Supervisors

Haryo Dwito Armono, St, M.Eng, PhD  
Baharuddin Ali, St., M.Eng.

DEPARTEMENT OF OCEAN ENGINEERING  
Faculty Of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2011

## LEMBAR PENGESAHAN

# PERANGKAT LUNAK TERPADU PADA ANALISA MODEL GELOMBANG ACAK DI SALURAN GELOMBANG JURUSAN TEKNIK KELAUTAN – ITS

## TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Progran Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ABDULLAH MIFTAKHUL RIDUWAN

NRP. 4307 100 033

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Haryo Dwito Armono, ST, M.Eng, PhD..... (Pembimbing 1)
2. Baharuddin Ali, ST., M.Eng..... (Pembimbing 2)

SURABAYA, 28 JULI 2011



# PERANGKAT LUNAK TERPADU PADA ANALISA MODEL GELOMBANG ACAK DI SALURAN GELOMBANG

## JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - ITS

Nama Mahasiswa : Abdullah Miftakhul Riduwan  
NRP : 4307 100 033  
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS  
Dosen Pembimbing : Haryo Dwito Armono, ST, M.Eng, PhD  
Baharuddin Ali, ST., M.Eng.

### Abstrak

Melihat pentingnya uji fisik, fasilitas Saluran Gelombang yang ada di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut Jurusan Teknik Kelautan biasa digunakan untuk pengujian. Namun di laboratorium tersebut belum memiliki perangkat lunak yang terintegrasi untuk memproses kalibrasi *wave probe* dan menganalisa data hasil pengujian. Ketersediaan perangkat lunak dalam pengujian fisik suatu model struktur mempunyai peran yang sangat penting dikarenakan pentingnya nilai dari *output* data yang nantinya akan menentukan langkah lebih lanjut dalam membangun suatu struktur. Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu perangkat lunak untuk laboratorium yang mengintegrasikan langkah pengkalibrasian dan pemvalidasian input dan output dari percobaan yang dilakukan di kolam uji gelombang. Penelitian ini dimulai dengan menyusun persamaan regresi linier yang digunakan untuk mengkalibrasi *wave probe* dengan mengkorelasikan fluktuasi elevasi muka air dengan fluktuasi tegangan yang tercatat pada sensor dan memprosesnya dengan pendekatan spektra. Perangkat lunak yang telah disusun digunakan lebih lanjut untuk analisa gelombang acak yang terjadi dari percobaan sedang dilakukan di kolam uji. Penyusunan perangkat lunak telah dilakukan menggunakan MATLAB 2010a dan memiliki *User Interface* yang memudahkan pengguna. Perangkat lunak yang telah disusun juga mendukung fasilitas menyimpan file analisa dari beberapa output atau nilai yang diperlukan dalam analisa yang lebih spesifik seperti memperoleh koefisien transmisi dari sebuah breakwater. Kinerja perangkat lunak ini juga telah diuji dengan memproses beberapa data hasil running yang telah dilakukan peneliti yang lain (menggunakan parameter yang didukung oleh fasilitas saluran gelombang di jurusan teknik kelautan) dan menghasilkan kinerja yang cukup bagus.

Kata kunci : perangkat lunak analisa laboratorium, antarmuka pengguna, regresi, spektra, elevasi muka air

# **INTEGRATED SOFTWARE ON ANALYSIS OF RANDOM WAVES MODEL ON WAVES CHANNEL DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING - ITS**

**Name of Student** : Abdullah Miftakhul Riduwan  
**NRP** : 4307 100 033  
**Departement** : Ocean Engineering Departement, FTK-ITS  
**Supervisors** : Haryo Dwito Armono, ST, M.Eng, PhD  
Baharuddin Ali, ST., M.Eng.

## **Abstract**

Considering the importance of physical test, the Waves Channel facility in the Laboratory of Environmental and Energy, Department of Ocean Engineering often used for testing. However, the laboratory does not have an integrated software to process the wave probe calibration and analyze the test results. The availability of a software in analyzing the physical testing of a model structure has a very important role because of the importance of the value of the output data which will determine further steps in building a structure. This study aims to develop an in-house software that integrates the calibration step and validating input and output of the experiments conducted in the wave channel test. The study began by constructing a linear regression equation to calibrate the probe wave, by correlating the elevation of water level fluctuations and fluctuations of voltage recorded on the sensor and process it by spectral approach. The software has been developed further for the analysis of random waves that occur from the experiments being conducted in a water channel test. Preparation of the software code has been done using MATLAB 2010a with User Interface to allows users working easily. The software has also been developed to supports saving files from multiple output analysis or value required in a more specific analysis such as obtaining the transmission coefficient of breakwater. The performance of this software have also been tested with processing data previously performed by earlier research (used several parameters that are supported by the waves channel facilities in Ocean Engineering) and demonstrated good performance.

**Keywords** : laboratory analysis software, user interface, regression, spectra, surface elevation



## KATA PENGANTAR

Kami panjatkan puji dan puji syukur kepada Tuhan atas anugerah, jalan dan bimbingan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini akan tidak selesai tanpa campur tangan Tuhan Yang Maha Kuasa, dan maafkan umatmu ini karena kami hanyalah manusia biasa yang bisa melakukan kesalahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul **“Perangkat Lunak Terpadu pada Analisa Model Gelombang Acak di Saluran Gelombang Jurusan Teknik Kelautan - ITS”**.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Tugas Akhir ini membahas penyusunan perangkat lunak yang digunakan pada pemrosesan data hasil *running* di Saluran Gelombang Jurusan Teknik Kelautan – ITS.

Kami menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai bahan penyempurnaan laporan selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan, bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 26 Juli 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1. Perangkat uji fisik gelombang	6
2.2.2. Regresi linier	7
2.2.3. Gelombang regular	10
2.2.4. Gelombang acak	11
2.2.4a. Karakteristik gelombang acak	12
2.2.4b. Zero crossing	13
2.2.5. Spektrum densitas energi	15

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A – Tampilan Perangkat Lunak

LAMPIRAN B – Listing Perangkat Lunak

LAMPIRAN C – Output Perangkat Lunak



# BAB I

## Pendahuluan

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Tahap perencanaan merupakan tahap awal dari konstruksi sebuah struktur. Salah satu bagian penting dari tahap ini adalah tahap pengujian dari desain konstruksi awal. Pada desain awal, perhitungan telah dilakukan untuk mendapatkan beberapa parameter pada struktur seperti dimensi, beban-beban dan respon struktur yang terjadi. Kemudian parameter-parameter yang telah dihasilkan, dilakukan pengujian fisik dengan memakai sebuah model. Sebuah model sendiri merupakan representasi dari sistem fisik yang dapat digunakan untuk memprediksi perilaku sistem dalam beberapa hal yang diinginkan (Munson *et al*, 2002). Hal-hal inilah yang pada akhirnya dapat menentukan dimensi dan aspek-aspek yang optimal dari bangunan tersebut. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mendapatkan validasi dari perhitungan awal yang telah dilakukan sebelumnya.

Pada proses pengujian tidak lepas dari sistem peralatan yang digunakan untuk menguji model struktur tersebut, baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak. Perangkat lunak digunakan dalam proses pengujian ini sebagai perangkat *pen-generate input* atau kondisi lingkungan, perekam data dan pemroses *output* ataupun digunakan sebagai validasi nilai input yang di-*generate* dalam pengujian. Sedangkan perangkat keras digunakan sebagai fungsi motorik yang mewujudkan perintah dari perangkat lunak yang menghasilkan *input* kondisi lingkungan maupun yang berfungsi sebagai merekam *output* yang terjadi. Hasil yang *output* yang direkam sangatlah penting pada tahap ini karena hasil ini menjadi pertimbangan lanjut apakah struktur tersebut siap dibangun (memenuhi syarat dan standar yang berlaku) ataukah tidak. Oleh karena itu, kondisi kedua perangkat tersebut harus optimal sehingga hasil nilai yang didapatkan harus tepat atau paling tidak, mempunyai nilai *error* yang masih diperbolehkan.

Melihat pentingnya pengujian fisik yang dilakukan, fasilitas kolam uji gelombang Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Jurusan Teknik Kelautan, FTK- ITS, sering digunakan untuk pengujian fisik baik oleh mahasiswa yang melakukan penelitian tugas akhir maupun dosen-dosen yang menguji struktur yang mereka desain atau yang akan



### **1.3. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini meliputi :

1. Mengetahui prosedur analisa gelombang yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut JTK-ITS.
2. Mengetahui susunan perangkat lunak untuk proses analisa gelombang.
3. Mengetahui kinerja perangkat lunak yang telah dibuat.

### **1.4. Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini meliputi :

1. Mempermudah analisa karakteristik gelombang khususnya gelombang acak di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut.
2. Menjadi perangkat lunak dasar yang nantinya dapat dikembangkan untuk analisa perilaku gelombang seperti transmisi pada breakwater.

### **1.5. Batasan Masalah**

Dalam melakukan tugas akhir ini, terdapat beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Pengujian perangkat lunak hanya pada spektra atau gelombang acak yang dapat dibangkitkan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut khususnya spektrum Join North Sea Wave Project (JONSWAP).
2. Software yang digunakan adalah MATLAB 2010a.
3. Input yang digunakan masih harus diproses terlebih dulu oleh perangkat lunak 'Refana.xls'.
4. Analisa yang dilakukan hanya pada kinerja perangkat lunak dan spektrum yang terjadi.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dimulai dengan bab satu yang berisi pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan,

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

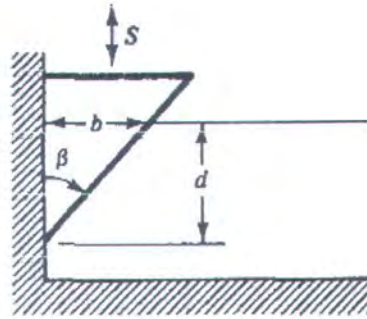
Penggunaan laboratorium saluran gelombang dalam uji fisik telah banyak digunakan. Pengujian ini lebih banyak dilakukan untuk pengujian perilaku gelombang di sekitar breakwater. Seperti yang dilakukan Calabrese (2007) di saluran gelombang di University of Napoli Federico II yang menguji *breakwater* terendam dalam hal *wave breaking* dan efek dari interaksi gelombang dan struktur secara kualitatif dan kuantitatif.

Demikian pula, perangkat lunak yang digunakan dalam pengujian model fisik suatu struktur di laut dan analisa hasilnya, sudah banyak diproduksi dan dipatenkan pada satu fasilitas saluran gelombang di laboratorium. Beberapa perangkat lunak yang telah dikenal dalam proses pencatatan hasil uji fisik di laboratorium yaitu, GEDAP oleh NRC Canadian Hydraulics Centre, DHI AWACS sebagai sistem kontrol dan DHI Wave Synthesizer sebagai pengolah data output oleh DHI, Denmark dan Aalborg University WaveLab™ yang dimiliki Aalborg University.

Beberapa peneliti yang menggunakan uji fisik tak pernah lepas dari perangkat lunak yang digunakan pada analisa *output*-nya. Chen et al (2007), mengamati propagasi gelombang soliter dengan menggunakan MNDAS, Labtech Notebook dan LabVIEW. Dalam penelitian tersebut, Chen juga membandingkan hasil dari ketiga perangkat lunak yang digunakan. Juga yang dilakukan Neelamani (2002a, 2002b, 2006) yang melakukan uji fisik 3 jenis struktur di saluran gelombang di Ocean Engineering Centre, IIT Madras, Chennai, India. Pada laboratorium tersebut menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang diproduksi oleh DHI. Namun ada juga yang menggunakan perangkat lunak sederhana untuk meng-*generate* dan menganalisa hasil uji fisik tersebut, seperti yang dilakukan Calabrese (2007) yang hanya menggunakan *FFT technique* menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah.

Beberapa dari penelitian di atas menggunakan *wave probe resistance* sebagai perekam data gelombang pada uji fisik. Namun Rageh (2009) menggunakan Sony MVC-CD 500 Digital Still Camera untuk merekam periode, panjang dan tinggi gelombang. Penelitian

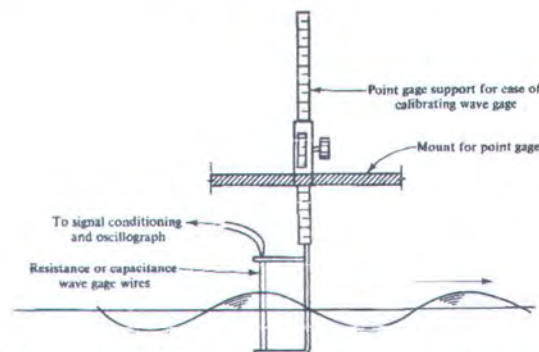




Gambar 2.1 Skema wavemakers plunger berbentuk baji( Water Wave Mechanic for Engineer and Scientist, Dean, 2000).

Sedangkan pada *wave probe* memungkinkan untuk pengukuran tinggi muka air yang terjadi di kolam uji. *Wave probe* adalah sebuah tipe probe "*resistance* atau *capasitance*", yang menghasilkan tegangan yang proporsional dengan panjang terendam tegangan ini dapat dicatat oleh komputer di tingkat sampling yang ditentukan. Saat gelombang melewati probe, komputer akan menampilkan amplitudo bebas permukaan sebagai fungsi dari waktu.

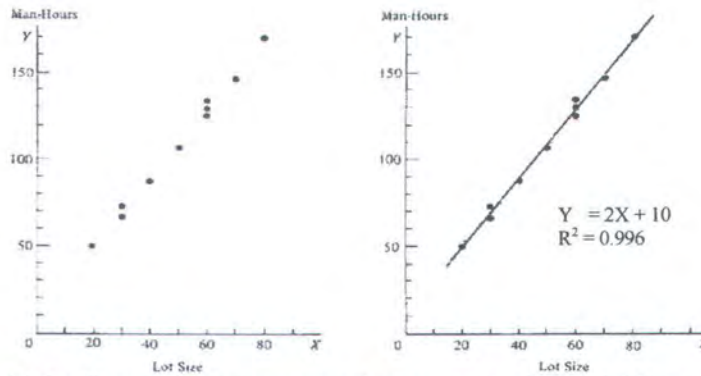
Probe gelombang beroperasi dengan mengukur arus yang mengalir di antara dua kawat *stainless steel* yang direndam dalam air. Saat ini diubah menjadi tegangan *output* yang berbanding lurus dengan kedalaman bagian yang terendam.



Gambar 2.2 Skema *Wave Probe* atau *Wave Gauge* ( Water Wave Mechanic for Engineer and Scientist, Dean, 2000).

### 2.2.2 Regresi linier

Regresi adalah studi tentang ketergantungan(Weisberg, 2005). Regresi merupakan suatu alat ukur yang juga dapat digunakan untuk mengukur ada atau tidaknya korelasi antarvariabel. Jika kita memiliki dua buah variabel atau lebih maka sudah selayaknya



Gambar 2.3 Grafik regresi hubungan antara luas tempat dan jam kerja( Neter et al, 1983)

Sebagai contoh, sebuah Perusahaan Westwood memproduksi suku cadang tertentu yang bervariasi dalam ukuran sebagai permintaan yang berfluktuasi dalam sebulan sekali. Tabel 2.1 memuat data luas tanah dan jumlah orang-jam kerja untuk 10 produksi yang telah berjalan yang dilakukan di bawah kondisi produksi yang sama. Data-data ini digambarkan dalam Gambar 2.3. Man-jam diambil sebagai variabel dependen atau respons Y, dan ukuran lot sebagai variabel independen atau prediktor X.

Tabel 2.1 Data luas tempat dan jam kerja di perusahaan Westwood( Neter et al, 1983)

Produksi ke (i)	Luas tempat (X)	Jam kerja (Y)
1	30	73
2	20	50
3	60	128
4	80	170
5	40	87
6	50	108
7	60	135
8	30	69
9	70	148
10	60	132

Dalam analisa regresi, garis regresi dapat dapat diterima melalui atau dengan melihat nilai korelasinya yaitu r. Nilai r pada dasarnya merupakan ukuran seberapa baik hubungan tersebut. Semakin dekat nilai r adalah 1, semakin baik korelasi. Diagram contoh di atas menunjukkan korelasi yang sangat baik. Nilai r dapat berguna untuk membuat perbandingan objektif.

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (2.3a)$$

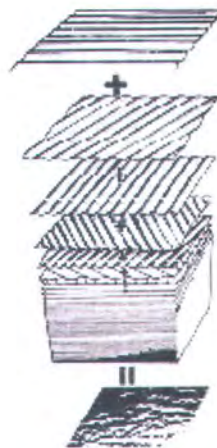




$H$	= Tinggi gelombang (m)
$\lambda$	= Panjang gelombang (m)
$C$	= Cepat rambat gelombang (m/detik)
$\zeta$	= Amplitudo gelombang (m)
$\eta$	= Elevasi muka air (m)
SWL	= Still Water Line
$t$	= waktu (detik)
$\omega$	= frekuensi sudut (rad/detik)
$k$	$= 2\pi/\lambda$

#### 2.2.4 Gelombang acak

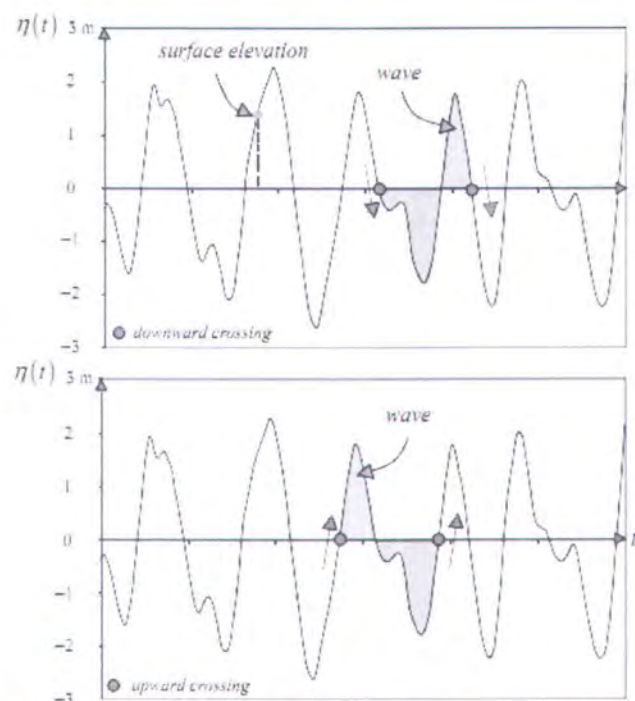
Gelombang yang terjadi di laut, sangat tidak teratur. Meskipun demikian, mereka dapat dilihat sebagai superposisi dari banyak komponen gelombang reguler harmonis sederhana, yang masing-masing punya amplitudo, panjang, periode atau frekuensi dan arah propagasi sendiri. Konsep seperti itu bisa sangat berguna dalam banyak aplikasi, yang memungkinkan seseorang untuk memprediksi perilaku yang tidak teratur yang sangat kompleks dalam hal teori yang lebih sederhana (gelombang reguler). Yang kemudian dikenal dengan prinsip superposisi yang diperkenalkan pada ilmu hidrodinamika (St Denis dan Pierson, 1953).



Gambar 2.5 Superposisi beberapa gelombang reguler yang menjadi gelombang acak (Journée, J.M.J and Pinkster, J. 2002)

### 2.2.4b. Zero crossing

Sebelum kita secara obyektif dapat menentukan ketinggian gelombang atau periode, kita perlu mendefinisikan lebih tepat apa yang dimaksud dari sebuah gelombang. Banyak orang salah mempertimbangkan ketinggian dari permukaan laut menjadi tinggi gelombang. Kita harus membedakan antara elevasi permukaan dan gelombang. Dalam pencatatan waktu, ketinggian (elevasi) permukaan adalah elevasi seketika dari permukaan laut (yaitu pada setiap saat satu waktu) relatif terhadap beberapa tingkat referensi (Holthuijsen, 2007). Dalam catatan, sebuah profil gelombang dari ketinggian permukaan antara dua berturut-turut ke bawah zero-crossing dari elevasi (nol = rerata elevasi permukaan, lihat Gb. 2.6). Sebuah elevasi permukaan dapat negatif, sedangkan gelombang tidak bisa. Alternatif untuk mendefinisikan sebuah gelombang yang mungkin, misalnya, profil antara dua berturut-turut ke atas zero-crossing (lihat Gambar. 2.6).



Gambar 2.8 Ilustrasi Zero Up-Crossing dan Zero Down-Crossing (Holthuijsen, 2007)

Jika elevasi permukaan, dinotasikan sebagai  $\eta(t)$ , baik didefinisikan dengan zero down-crossing atau zero up-crossing yang digunakan, karena karakteristik statistik akan simetris. Namun, zero down-crossing lebih sering digunakan karena dalam perkiraan visual, tinggi puncak relatif terhadap palung sebelumnya biasanya dianggap tinggi gelombang. Selain itu, dalam suatu gelombang pecah, bagian depan (curam), yang paling relevan untuk proses



menjadi frekuensi domain dapat dilakukan dengan menggunakan *Fast Fourier Transform*. Proses perubahan ini dapat dijelaskan oleh gambar 2.10.

Dalam Ship Hydromechanic (2002), amplitudo gelombang acak dapat ditunjukkan oleh spektrum gelombang  $S_{\zeta}(\omega_n)$

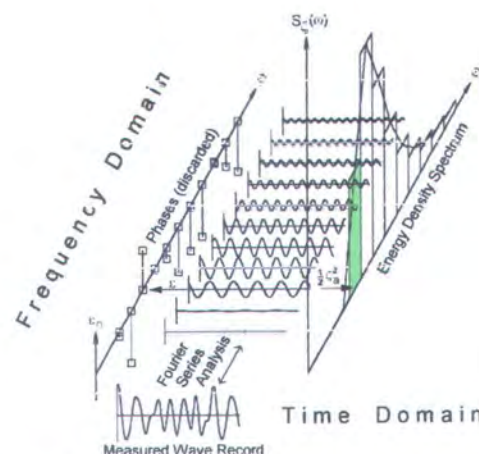
$$S_{\zeta}(\omega_n) = \sum_{\omega_n}^{\omega_n + \Delta\omega} \frac{1}{2} \zeta_{a_n}^2(\omega) \quad (2.7)$$

Dengan  $\Delta\omega$  adalah selisih yang konstan antara 2 frekuensi berturut-turut. Dengan men-limit-kan  $\Delta\omega \rightarrow 0$ , persamaannya menjadi

$$S_{\zeta}(\omega_n) \cdot d\omega = \frac{1}{2} \zeta_{a_n}^2 \quad (2.8)$$

Dan varian dari elevasi muka air merupakan area di bawah spektrum.

$$\sigma_{\zeta}^2 = \int_0^{\infty} S_{\zeta}(\omega_n) \cdot d\omega \quad (2.9)$$



Gambar 2.10 Ilustrasi Fast Fourier Transform (Journee, J.M.J and Pinkster, J, 2002)

Ombak yang tidak teratur sering digambarkan oleh spektrum yang menunjukkan jumlah energi gelombang pada frekuensi gelombang yang berbeda. Sebuah spektrum ditunjukkan dengan merencanakan kepadatan spektra terhadap frekuensi, berikut adalah gambaran sebuah spektrum gelombang.

$$m_0 = \int_0^\infty S_\zeta(\omega) d\omega \quad (2.11)$$

Dengan RMS atau standar deviasi ( $\sigma_0$ ) adalah  $\sigma_0 = \sqrt{m_0}$ . Atau dalam ilmu statistik dapat dituliskan dengan akar kuadrat dari varians.

$$\sigma_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N} \quad (2.12)$$

dengan :  $\sigma_0$  = standar deviasi                       $\bar{x}$  = mean data

$x_i$  = data ke-i                      N = jumlah data

Dalam Handbook of Offshore Engineering(Chakrabarti, 2005), menampilkan beberapa persamaan untuk menghitung karakteristik gelombang berdasarkan karakteristik spektra yang terjadi.

Periode rata-rata ( $\bar{T}$ ), dapat ditentukan dengan menghitung “pusat daerah” dari spektrum energi, sehingga periode rata-rata diperoleh dengan persamaan :

$$\bar{T} = 2\pi \frac{m_0}{m_1} \quad (2.13)$$

Periode awal ( $T_0$ ) adalah periode gelombang di mana energi gelombang maksimum terjadi. Untuk spektrum yang didefinisikan dengan model matematika maka bisa ditemukan dengan diferensiasi. Hal ini menunjukkan bahwa periode mean dari puncak gelombang ( $\overline{T_p}$ ) adalah

$$\bar{T}_p = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{m_4}} \quad (2.14a)$$

Dan *mean zero crossing period* ( $\bar{T}_z$ ) adalah

$$\bar{T}_z = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \quad (2.14b)$$

Untuk mencari tinggi gelombang signifikan  $\bar{H}_{1/3}$ , maka tergantung pada bandwidth spektrum. Secara umum spektrum gelombang laut relatif mempunyai band yang sempit sehingga tinggi gelombang signifikan bisa diperoleh dengan perumusan :





# BAB III

## Metodologi Penelitian

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Metode yang dilaksanakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah dengan melakukan kalibrasi nilai fluktuasi wave probe, menyusun persamaan regresi linier, dan menyusun perangkat lunak yang dapat memvalidasi input dan mengolah *output* dari percobaan.

##### 3.1.1 Studi lapangan dan studi literatur

*Studi lapangan dilakukan dengan melihat kondisi pelaksanaan percobaan model struktur pada kolam uji gelombang Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut, Jurusan Teknik Kelautan, FTK- ITS. Selain itu dilakukan juga sedikit wawancara pada operator laboratorium untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi khususnya pada perangkat lunak yang digunakan.*

Setelah didapatkan kondisi permasalahan perangkat, penulis melakukan studi literatur yang nantinya diperlukan untuk menentukan langkah-langkah penyelesaian dan penyusunan perangkat lunak. Termasuk di dalamnya melakukan studi terhadap perangkat yang telah digunakan.

##### 3.1.2 Pengambilan data percobaan tahap 1

*Pengambilan data tahap 1 ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi output dan menyusun persamaan regresi (menentukan kalibrasi nilai output dari alat yang digunakan). Data yang dibutuhkan adalah fluktuasi tinggi elevasi wave probe dan fluktuasi tegangan yang tercatat dan juga fluktuasi gaya pada sensor dan fluktuasi tegangan yang tercatat.*

*Wave probe yang digunakan sebanyak 2 buah yaitu sebelum melewati breakwater dan setelah melewati. Wave probe yang berada sebelum bangunan pantai dinamakan channel 1 sedangkan yang berada setelah bangunan dinamakan channel 2.*



### **3.1.5 Penyusunan perangkat lunak terpadu**

Data input yang didapatkan dari tahap 2 dijadikan input pada pengolahan data. Data time series yang tercatat dijadikan data frekuensi series dan spektrum gelombang baik sebelum melewati struktur dan setelahnya. Penyusunan perangkat lunak ini menggunakan perangkat lunak yang disusun menggunakan MATLAB 2010a.

### **3.1.6 Frequency domain dan spectral analysis**

Data yang telah diolah, dianalisa ulang untuk mendapatkan validasi dari input *wave maker* di kolam uji.

### **3.1.7 Aplikasi pada analisa gelombang acak dan respon struktur**

Analisa yang dilakukan pada perbandingan spektrum gelombang yang terjadi sebelum melewati struktur yang merupakan gelombang acak dan setelah melewati struktur yang merupakan hasil respon dari struktur *breakwater* (dalam hal ini hasil reduksi gelombang yang terjadi). Atau hasil uji fisik kekuatan floating *breakwater* yang tercatat oleh *strain gauge*.

### **3.1.8 Flowchart metode penelitian**

Keseluruhan metode yang dilakukan pada penelitian ini dapat digambarkan dalam *flowchart* berikut.

# BAB IV

## Pembahasan



## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Penjelasan Perangkat Lunak

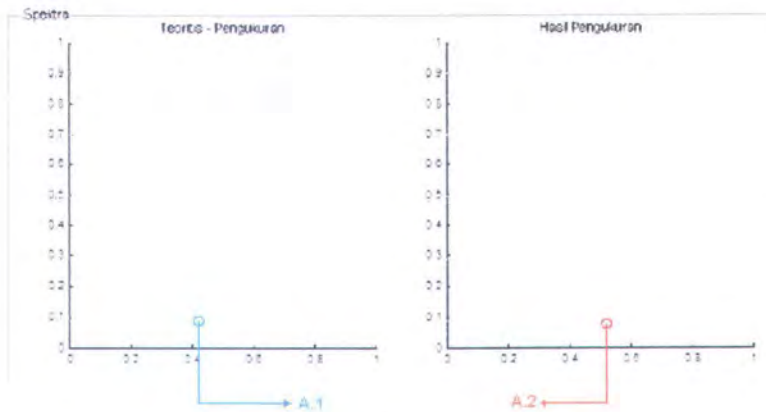
Perangkat lunak terpadu telah dibuat menggunakan *software* MATLAB<sup>®</sup> 2010a. Penggunaan MATLAB<sup>®</sup> ini dengan mempertimbangkan kemudahan penulisan persamaan-persamaan dan logika yang digunakan dan penggambaran beberapa grafik yang diperlukan. Selain itu, MATLAB<sup>®</sup> memang dirancang dan ditujukan untuk mempermudah pengolahan ataupun perhitungan secara matematis dalam berbagai bidang ilmu. MATLAB<sup>®</sup> juga didukung oleh beberapa *toolbox* yang mempunyai kegunaan masing-masing sesuai kebutuhan perhitungan dari beberapa bidang ilmu tersebut seperti, *Fast-Fourier Transform*, Regresi, Statistika dan sebagainya.

Selain beberapa hal di atas, MATLAB<sup>®</sup> telah mendukung *compiler* sehingga dapat dikeluarkan dalam bentuk *executable file* dan dapat dijalankan tanpa harus menginstal *software* MATLAB<sup>®</sup>. Namun *executable file* hasil dari MATLAB<sup>®</sup> *compiler* ini masih membutuhkan MATLAB<sup>®</sup> Compiler Runtime sebagai *deployment* agar dapat berjalan.

##### 4.1.1 Tampilan perangkat lunak

Perangkat lunak terpadu yang telah disusun memiliki *user-interface* atau tampilan antarmuka pengguna sehingga memudahkan dalam pemakaian. Tampilan perangkat lunak disusun menggunakan fasilitas dari GUI MATLAB<sup>®</sup>. Fasilitas ini memungkinkan programmer menyusun tombol-tombol yang memiliki kegunaan jika ditekan atau dipilih dan menempatkan beberapa ruang untuk menampilkan nilai-nilai utama yang ingin diketahui dan gambar grafik.

Tampilan antarmuka perangkat lunak ini secara garis besar terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian grafik dan bagian tombol proses. Tiap bagian mempunyai masing masing panel yaitu 2 panel pada bagian grafik dan 4 panel pada bagian tombol proses. Tiap bagian tetap terhubung



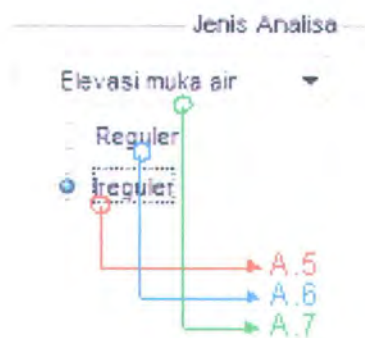
(b)

Gambar 4.2 Tampilan user interface pada bagian grafik (a) Sinyal (b) Spektrum

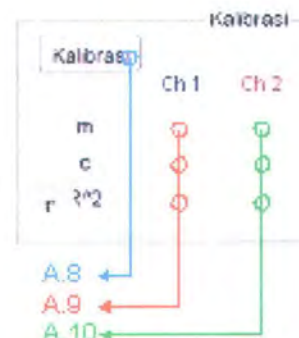
Tabel 4.1 Penjelasan user interface pada bagian regresi

Kode	Nama	Kegunaan
A.1	Axes 'Channel 1'	Menampilkan grafik <i>time history</i> data pada channel 1
A.2	Axes 'Channel 2'	Menampilkan grafik <i>time history</i> data pada channel 2
A.3	Axes3 'Teoritis - Pengukuran'	Menampilkan grafik spektrum teori dan terukur
A.4	Axes4 'Hasil Pengukuran'	Menampilkan grafik spektrum channel 1 dan 2

Pada bagian tombol proses, terdapat 4 panel, yaitu jenis analisa, kalibrasi, spektrum teori dan pemrosesan. seperti pada gambar 4.3.

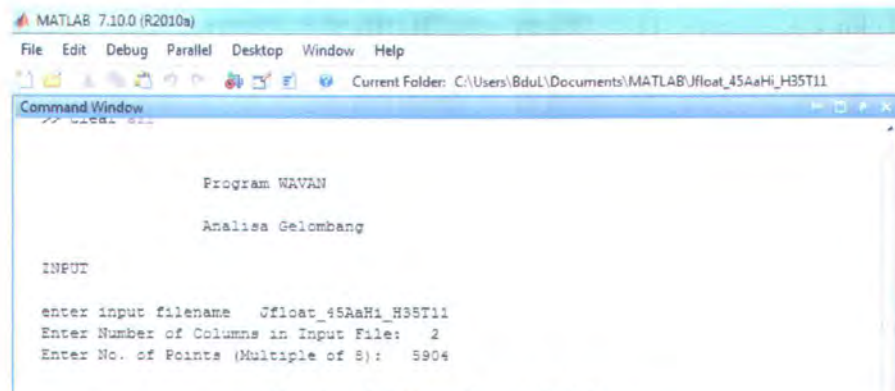


(a)



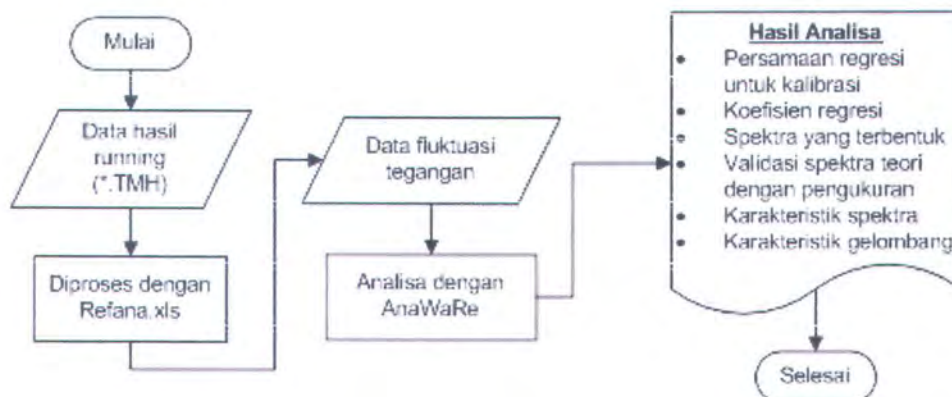
(b)





Gambar 4.6 Tampilan pada Wawan

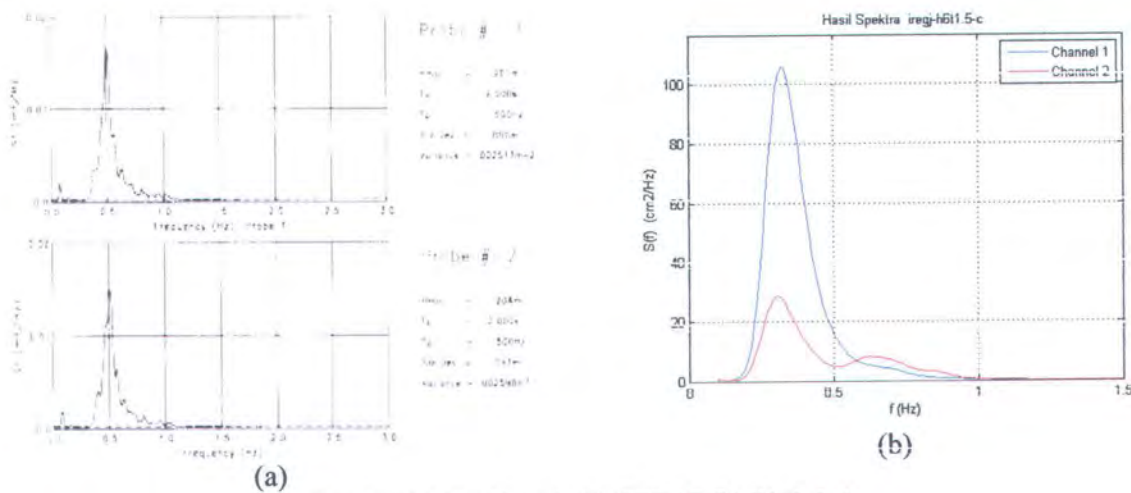
Sedangkan dalam perangkat lunak yang baru ini, pengguna diberikan kemudahan dengan penggunaan yang mudah, yaitu tanpa harus menginstal MATLAB® secara keseluruhan. Namun hanya diharuskan menginstal MATLAB® COMPILER RUNTIME sebagai deployment atau 'pondasi'. Perangkat lunak yang sekarang telah berupa *file executable*. *User interface* juga telah ditambahkan supaya pengguna mudah melihat hasil analisa secara garis besar dari hasil running yang telah dilakukan. Dari segi input yang dimasukkan, pengguna dapat menginputkan 2 probe sekaligus. Data yang dimasukkan tidak perlu dikalibrasi terlebih dahulu dengan Microsoft Excel karena perangkat lunak yang telah disusun telah mendukung fitur kalibrasi data.



Gambar 4.7 Flowchart langkah pemrosesan data sekarang (dengan WaReLab.exe)

Untuk pengolahan data, istilah yang digunakan telah disesuaikan dengan pemahaman tingkat mahasiswa. Hal ini dikarenakan penyusunan perangkat lunak ini ditujukan untuk kemudahan dan pemahaman mahasiswa yang sering menggunakan Laboratorium Saluran Gelombang di

GEDAP. Nilai besaran utama tidak ditampilkan dalam grafik namun dituliskan dalam *file output* dokumen Microsoft Word. Dalam dokumen dituliskan beberapa nilai yang diperlukan dalam analisa yang lebih lanjut seperti analisa untuk mencari nilai koefisien transmisi pada *breakwater*.



Gambar 4.8 Grafik pada (a) GEDAP (b) WaReLab

## 4.2 Aplikasi Penggunaan Perangkat Lunak

Dalam penggunaan perangkat lunak ini terdapat asumsi yang digunakan antara lain nilai-nilai pada file yang diinputkan sudah benar. Hal ini dimaksudkan bahwa pemrosesan pada perangkat lunak sudah tepat. Termasuk juga nilai yang diinputkan pada validasi spektrum teori, harus sudah benar karena persamaan yang digunakan merupakan persamaan yang terdapat pada manual saluran gelombang.

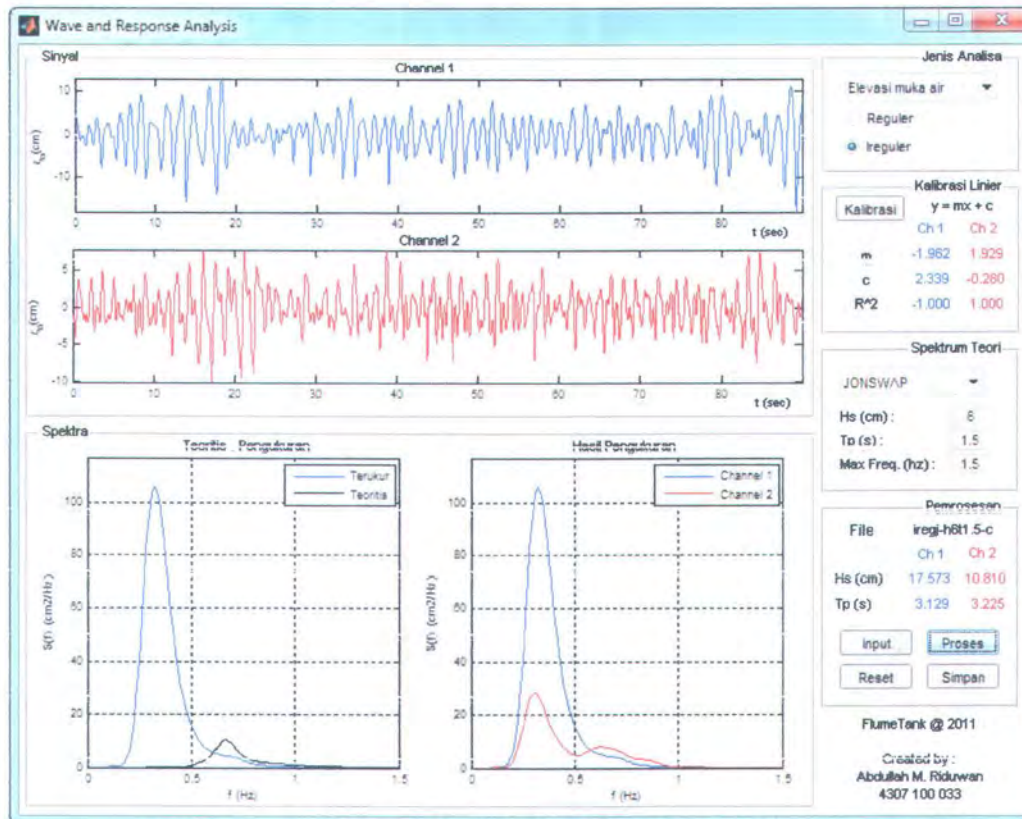
Untuk menguji kinerja dari perangkat lunak, digunakan beberapa contoh *file running* dari pengujian yang telah berlangsung di saluran gelombang. Hasil pengujian yang digunakan adalah pengujian yang dilakukan pada struktur terumbu karang buatan dengan variasi dimensi dan kondisi gelombang.

### 4.2.1 Hasil analisa file runnning

Penamaan kode running ini ditujukan untuk kemudahan identifikasi. Kode 'reg' menunjukkan data reguler dan kode 'iregj' menunjukkan data ireguler dengan spektrum JONSWAP. Angka



menjadi 17.573 cm sedangkan periodenya menjadi sekitar 2 kali rencana yaitu dari 1.5 detik menjadi 3.129 detik. Penurunan energi gelombang ditunjukkan dengan turunnya tinggi gelombang yang terukur di probe 2 yaitu dari 17.573 cm menjadi 10.010 cm. Hal ini juga ditunjukkan dengan grafik spektra yang terjadi. Pada *probe 1(channel 1)* memiliki luasan yang lebih besar dari pada *probe 2(channel 2)*. Hal ini telah menunjukkan bahwa adanya pereduksi gelombang telah mereduksi densitas energi gelombang yang melewatinya.



Gambar 4.10 Pemrosesan pada file kode iregi-h6t1.5-c

b. kode running 'reg-h12t1.5-c'

Nilai tinggi gelombang yang terukur tidak berbeda jauh yaitu 12.713 cm sedangkan periodenya 1.5 detik. Penurunan energi gelombang ditunjukkan dengan turunnya tinggi gelombang yang terukur di probe 2 yaitu dari 12.713 cm menjadi 7.495 cm.

Sedangkan dalam fungsi analisisnya, dapat ditambahkan fungsi analisa yang berhubungan dengan analisa struktur pantai misalnya persamaan dalam analisa struktur pantai yang tenggelam (*submerged structure*) seperti persamaan untuk mencari koefisien refleksi, koefisien transmisi, penurunan energi akibat adanya struktur pantai dan sebagainya. Atau persamaan dalam analisa struktur pantai yang terapung (*floating structure*) seperti kekuatan pancang atau pemegang struktur, RAO dari struktur dan lain sebagainya. Analisa yang ditambahkan dapat mempermudah dan mempersingkat waktu pemrosesan data untuk mendapatkan desain kekuatan dan ukuran struktur secara optimal.

Sebagai tambahan lebih lanjut mengenai pengembangan perangkat lunak ini, pengembang dapat meninjau lebih lanjut mengenai validasi spektrum teori karena belum semua spektrum dapat divalidasi. Hal ini diakibatkan tidak adanya data *running* yang sudah ada dalam spektrum selain JONSWAP dan keterbatasan waktu untuk melakukan *running* menggunakan spektrum yang lainnya. Spektrum yang belum dapat divalidasi yaitu spektrum Pierson-Moskowitz, ITTC dan ISSC.



# BAB V

## Kesimpulan dan Saran

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan pembahasan dari perangkat lunak yang dibuat dengan menggunakan software utama MATLAB 2010a, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Prosedur analisa gelombang yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut JTK-ITS di mulai dengan mengkonversi *file* hasil running(\*.TMH) dengan Refana.xls, mengkalibrasi dan kemudian memprosesnya dengan perangkat lunak yang baru, yaitu WaReLab.
2. Susunan perangkat lunak untuk proses analisa gelombang berdasarkan perangkat lunak yang sebelumnya dengan menambah fitur kalibrasi. Sehingga susunannya adalah proses kalibrasi, pemrosesan data dan penyimpanan hasil.
3. Kinerja perangkat lunak yang telah dibuat telah diuji dan terbukti cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan menjalankannya pada beberapa *file running* yang telah dilakukan sebelumnya.

#### 5.2 Saran

Dari beberapa pengamatan dan analisa yang dilakukan, perangkat lunak masih dapat dikembangkan dengan analisa lain khususnya yang berhubungan pembacaan data dan analisa pengujian yang sering yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut JTK-ITS.

Selain itu, pengecekan perangkat keras di Laboratorium Lingkungan dan Energi Laut JTK-ITS perlu dilakukan. Hal ini dikarenakan terjadi perbedaan yang cukup jauh antara spektrum rencana dengan spektrum yang terukur pada probe. Beberapa pengecekan perlu dilakukan supaya didapatkan cara-cara atau solusi dari validasi hasil pengukuran dan rencana.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bingham, NH. And John M. Fry, **Regression – Linear Model in Statistics**, London : Springer Undergraduate Mathematics Series, 2010.
- Calabrese, Mario, et al, **Qualitaitve And Quantitative Feature Of Wave Breaking Over A Submerged Breakwater And Effect On Nonlinear Wave–Structure Interaction**, 2<sup>nd</sup> International Conference On Marine Research And Transportation Session B pp 25-32, 2007
- Chakrabarti, SK. **Hydrodynamics of Offshore Structures**. London : Springer-Verlag. 1987.
- Chakrabarti, SK. **Handbook Of Offshore Engineering Volume 1**. Elsevier, Plainfield, Illinois, USA, 2005.
- Chang, WS., **Main Characteristics**, Cavitation Home Page at the University of Texas at Austin,  
[http://cavity.ce.utexas.edu/kinnas/wow/public\\_html/waveroom/wow1/node2.html](http://cavity.ce.utexas.edu/kinnas/wow/public_html/waveroom/wow1/node2.html), Sep 29 1999
- Chen, Yuan-Chen, et al, **Wave Propagation At The Interface Of A Two-Layer Fluid System In The Laboratory**, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 15, No. 1, pp. 8-16. 2007.
- Dean, Robert G., Robert A. Dalrymple. **Water Wave Mechanic for Engineer and Scientist. Advanced Series on Ocean Engineering - Volume 2**, World Scientific : Singapore. 2000.
- Djarmiko, E.B., **Analisis Gelombang Acak**, Materi kuliah Hidrodinamika II, Jurusan Teknik Kelautan ITS, Surabaya, 2002.
- Gujarati, Damodar. **Dasar-Dasar Ekonometrika**, Jakarta: Erlangga, 2006.

Tsoukala, V.K., et al. **Wave And Dissolved Oxygen Transmission Analysis In Harbors Using Flushing Culverts: An Experimental Approach.** Global NEST Journal, Vol 12, No 2, pp 152-160, 2010.

Weisberg, Sanford, **Applied Linear Regression**, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.

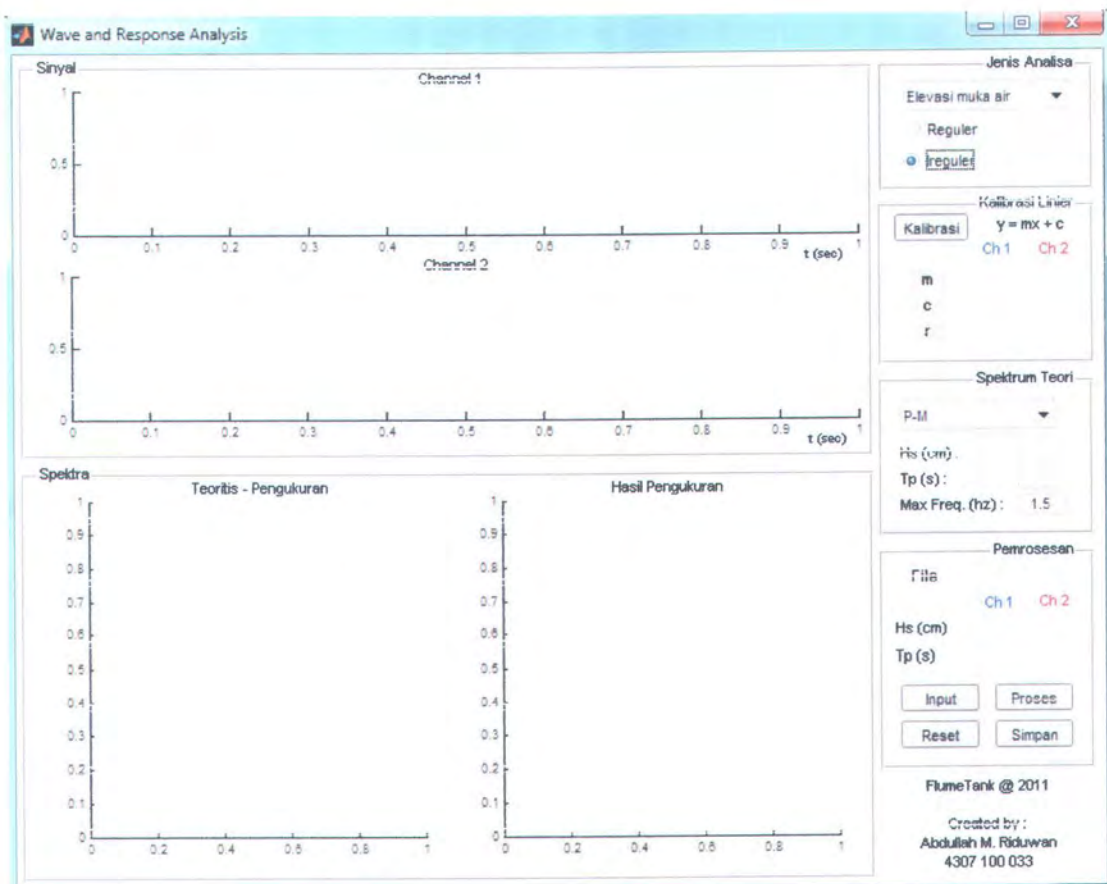
Wilson, James F., **Dynamics Of Offshore Structure**, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

van Der Meer, J.W., T. Bruce, L. Franco, J.M. Pearson. **Overtopping performance of different armour units for rubble mound breakwaters.** Coastal Engineering 56 pp 166–179, 2009.

Zhang, Jun., **Introduction to Ocean & Coastal Engineering - Ocean Environment & Waves**, OCEN 201, 2009.



## LAMPIRAN A – TAMPILAN PERANGKAT LUNAK





## **LAMPIRAN B**

### **LISTING PERANGKAT LUNAK**



## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```

function varargout = WaReLab(varargin)
% WARELAB M-file for WaReLab.fig
%   WARELAB, by itself, creates a new WARELAB or raises the
existing
%   singleton*.
%
%   H = WARELAB returns the handle to a new WARELAB or the handle
to
%   the existing singleton*.
%
%   WARELAB('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the
local
%   function named CALLBACK in WARELAB.M with the given input
arguments.
%
%   WARELAB('Property','Value',...) creates a new WARELAB or
raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value
pairs are
%   applied to the GUI before WaReLab_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property
application
%   stop. All inputs are passed to WaReLab_OpeningFcn via
varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows
only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help WaReLab

% Last Modified by GUIDE v2.5 08-Jul-2011 22:37:44

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @WaReLab_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @WaReLab_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});

```

## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```

global filename A p1 p2 f s1 s2 maxf reg ireg nwver Hw Tw preg spek
maxn

preg=[p1;p2];

reg = get(handles.radAnaReg, 'Value');
ireg = get(handles.radAnaIreg, 'Value');

sfr=100;
t=A(2:end-1,1);
sr=1/sfr;

for i=1:2
    chi=preg(i,1)*A(2:end-1,i+1)+preg(i,2);
    mchi=mean(chi);
    chi=chi-mchi;
    if i==1
        axes(handles.axes1);cla;
        plot(t,chi); axis([0 inf -inf inf]);
        ylabel('\zeta_a(cm)');
    else
        axes(handles.axes2);cla;
        plot(t,chi,'r'); axis([0 inf -inf inf]);
        ylabel('\zeta_a(cm)');
    end
    bf=ones(1,7)/7;
    yf(:,i)=filtfilt(bf,1,chi);
end

if reg>ireg

    [a,b]=ginput(2);
    BB=max(round(a(1)*sfr),1);
    BA=min(round(a(2)*sfr),size(A,1));
    k=BB:BA;

    for i=1:2
        Yf=yf(k,i);
        lenk = length(Yf);
        jdown = find((Yf(1:lenk-1) > 0) & (Yf(2:lenk) < 0));
        a = length( jdown );
        xf = k(jdown) + Yf(jdown)' ./ (Yf(jdown)' -Yf(1+jdown)')
    );
        jup = find( ( Yf(1:lenk-1) < 0) & (Yf(2:lenk) > 0 ) );
        aa = length( jup );
        xfl = k(jup) + Yf(jup)' ./ (Yf(jup)' - Yf(1+jup)');
        T1 = diff(xfl);
        njup = length(jup);
        nwave = njup - 1 ;
        for ii=1:nwave

```



## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```

end

f=linspace(0.1,2,200);
s1=interp1(F,S(:, :, 1),f);
s2=interp1(F,S(:, :, 2),f);
[n1,indek1]=max(s1);
[n2,indek2]=max(s2);
Tp1=1/f(indek1);
Tp2=1/f(indek2);

set(handles.ReHw1,'String', sprintf('%6.3f',Hs(:, :, 1)));
set(handles.ReTw1,'String', sprintf('%6.3f',Tp1));
set(handles.ReHw2,'String', sprintf('%6.3f',Hs(:, :, 2)));
set(handles.ReTw2,'String', sprintf('%6.3f',Tp2));

fq = linspace(0.2,maxf,200);
pi=3.1419;
fbe=2*pi;
fp=1/Tpv;
omega=2*pi*fq;

indexSpek = get(handles.popJenSpek, 'Value');
switch indexSpek;
    case 1
        pilih = 1;
    case 2
        pilih = 2;
    case 3
        pilih = 3;
    case 4
        pilih = 4;
end

if pilih == 1;           %P-M Spektrum
    a = 0.049735;
    fac1=(a*(Hsv^2)/(Tpv^4))*((2*pi)^5)*(omega.^(-5));
    fac2=exp((-5/4)*((2*pi/Tpv)^4).*omega.^(-4)).*fbe;
    spek=fac1.*fac2;

elseif pilih == 2;      %ISSC Spektrum
    Tsv=0.83*Tpv;
    fac1=1/(2*pi)*0.11*(Hsv^2)*(Tsv)*(Tsv/2*pi*omega).^(-5);
    fac2=exp((-0.44)*((Tsv/(2*pi)*omega).^(-4)));
    spek=fac1.*fac2.*fbe;

    % don't use it
    %frat=1.296*fp;

```

## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```
% --- Executes on button press in pushAnaRes.
function pushAnaRes_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushAnaRes (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
set(handles.ReHw1,'String','');
set(handles.ReTw1,'String','');
set(handles.ReHw2,'String','');
set(handles.ReTw2,'String','');
axes(handles.axes1);cla reset;
axes(handles.axes2);cla reset;
axes(handles.axes3);cla reset;
axes(handles.axes4);cla reset;

% --- Executes on button press in pushAnaSimp.
function pushAnaSimp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushAnaSimp (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
global filename A mb11 yp1 mb1 ukur mb22 yp2 mb2 p1 p2 ry1 ry2...
    f s1 s2 maxf reg ireg nwver Hw Tw preg spek maxn...

%karakteristik
fd=fopen(['result_', filename(1:end-4),'.doc'],'w');
fprintf(fd,'Wave and Response Analysis - FlumeTank@2011 \n');
if reg<ireg
    maxs=max(s1);
    %menampilkan grafik grafik spektra pada axes4
    figure3= figure('Name','Spectrum Result');
    plot(f,s1,f,s2,'r');axis([0 maxf 0 maxn]);
    ylabel('S(f) (cm2/Hz)'); xlabel('f (Hz)'); grid;
    legend('Channel 1 ','Channel 2');
    title(['Hasil Spektra ',filename(1:end-4)]);

    figure4= figure('Name','Teoritis Vs Pengukuran');
    plot(f,s1,f,pek,'k');axis([0 maxf 0 maxn]);
    ylabel('S(f) (cm2/Hz)'); xlabel('f (Hz)'); grid;
    legend('Pengukuran','Teoritis');
    title(['Teoritis Vs Pengukuran ',filename(1:end-4)]);

    %menghitung karakteristik spektra
    t = A(2:end-1,1);
    n = length(t);
    omega=2*pi*f;
    for i=1:2
        chi=preg(i,1)*A(2:end-1,i+1)+preg(i,2);
        mchi=mean(chi);
        chi=chi-mchi;
        bf=ones(1,7)/7;
        yf(:,i)=filtfilt(bf,1,chi);
```



## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```

fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Waktu Pemrosesan : %s \n', datestr(now));
fprintf
(fd, '=====\n');
fprintf (fd, 'Nama File: %s \n', filename(1:end));
fprintf
(fd, '=====\n');
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Channel 1 \n');
fprintf
(fd, '++++=====++++=====++++++++\n');
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Calibration Equation \n');
fprintf (fd, 'y = %6.3fx + %6.3f \n', p1(1), p1(2));
fprintf (fd, 'Correlation Coefficient \n');
fprintf (fd, 'R^2 = %6.3f \n', ryl(1,2));
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Basic Output \n');
fprintf
(fd, '++++=====++++=====++++++++\n');
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Number of Waves           = %4.0f \n', nwve(1));
fprintf (fd, 'Standard Deviation           = %6.3f \n', chstd(1));
fprintf (fd, 'Variance                       = %6.3f \n', chvr(1));
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Wave Characteristic \n');
fprintf
(fd, '++++=====++++=====++++++++\n');
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Min-First Moment(momen -1)= %8.5f \n', momn1(1));
fprintf (fd, 'Zeroth Moment              = %8.5f \n', mom0(1));
fprintf (fd, 'First Moment               = %8.5f \n', mom(1,1));
fprintf (fd, 'Second Moment              = %8.5f \n', mom(1,2));
fprintf (fd, 'Third Moment               = %8.5f \n', mom(1,3));
fprintf (fd, 'Fourth Moment              = %8.5f \n', mom(1,4));
fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'Average Wave Period        = %7.4f seconds
\n', Tavg(1));
fprintf (fd, 'Wave Peak Period          = %7.4f seconds
\n', Tpeak(1));
fprintf (fd, 'Mean Zero Crossing Period = %7.4f seconds
\n', Tzero(1));
fprintf (fd, 'Significant Wave Height   = %7.4f centimetres
\n', Hsig(1));
fprintf (fd, 'Maximum Wave Height       = %7.4f centimetres
\n', Hmax(1));
fprintf (fd, 'Zero Moment Wave Height   = %7.4f centimetres
\n', Hmo(1));
fprintf (fd, 'Average Wave Height       = %7.4f centimetres
\n', Havg(1));

```

## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```

fprintf (fd, ' \n');
fprintf (fd, 'End of analysis result\n');
fprintf (fd, ' \n');
fclose(fd);

%menulis data Spektra
[spekdat]=[f' s1' s2'];
fk=fopen(['FFTOut_',filename(1:end-4),'.txt'],'w');
fprintf(fk, '    FFTOut \r\n');
fprintf(fk, '    Nama file : %s \r\n', filename(1:end-4));
fprintf(fk, '    Waktu Pemrosesan : %s \r\n', datestr(now));
fprintf(fk, '    Freq(Hz)          Probe 1(cm/Hz)   Probe 2(cm/Hz)
\r\n');
%fprintf(fk, '%5.4f      %5.4f      %5.4f \r\n', f, s1, s2');
fclose(fk);
save(['FFTOut_',filename(1:end-4),'.txt'],'spekdat','-ASCII','-
append');

else
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Beginning of analysis result\n');
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Waktu Pemrosesan : %s \n', datestr(now));
    fprintf
(fd, '===== \n');
    fprintf (fd, 'Nama File: %s \n', filename(1:end));
    fprintf
(fd, '===== \n');
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Channel 1 \n');
    fprintf
(fd, '+++++=====+++++=====+++++=====+++++ \n');
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Calibration Equation \n');
    fprintf (fd, 'y = %6.3f x + %6.3f \n', p1(1),p1(2));
    fprintf (fd, 'Correlation Coefficient \n');
    fprintf (fd, 'R^2 = %6.3f \n', ryl(1,2));
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Basic Output \n');
    fprintf (fd, '+++++===== \n');
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Number of Waves          = %4.0f \n',nwver(1));
    fprintf (fd, 'Wave Period              = %7.4f seconds
\n',Tw(1));
    fprintf (fd, 'Wave Height              = %7.4f centimetres
\n',Hw(1));
    fprintf (fd, ' \n');
    fprintf (fd, 'Channel 2 \n');
    fprintf
(fd, '+++++=====+++++=====+++++=====+++++ \n');
    fprintf (fd, ' \n');

```



## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edHs as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edHs
as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edHs_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edHs (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns
called
```

```
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```



```
function edTp_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edTp (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edTp as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edTp
as a double
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edTp_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edTp (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns
called
```

```
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```
        B=xlsread('D2.xls');
    elseif i==4
        B=xlsread('O.xls');
    elseif i==5
        B=xlsread('U2.xls');
    elseif i==6
        B=xlsread('U3.xls');
    else
        B=xlsread('U4.xls');
    end
    t=B(2:end-1,1);
    B1=B(2:end-1,2);
    B2=B(2:end-1,3);

    mb1(i)=mean(B1);
    mb2(i)=mean(B2);
end

else
    ukur = [0 250 500 750 1000];
    sfr = 100;

    for i=1:5;
        if i==1
            B=xlsread('W1.xls');
        elseif i==2
            B=xlsread('W2.xls');
        elseif i==3
            B=xlsread('W3.xls');
        elseif i==4
            B=xlsread('W4.xls');
        else
            B=xlsread('W5.xls');
        end

        t=B(2:end-1,1);
        B1=B(2:end-1,2);
        B2=B(2:end-1,3);

        mb1(i)=mean(B1);
        mb2(i)=mean(B2);
    end

end

n=length(t);

%[ukur',mb1',mb2'];

p1=polyfit(mb1,ukur,1);
```



## LAMPIRAN B – LISTING PERANGKAT LUNAK

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popJenAna_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popJenAna (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns
called
```

```
% Hint: popupmenu controls usually have a white background on
Windows.
```

```
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes on button press in radAnaReg.
function radAnaReg_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to radAnaReg (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of radAnaReg
set(handles.radAnaReg, 'Value', 1)
set(handles.radAnaIreg, 'Value', 0)
set(handles.teHw, 'String', 'H (cm)')
set(handles.teTw, 'String', 'T (s)')
set(handles.popJenSpek, 'Enable', 'Off')
set(handles.edHs, 'Enable', 'Off')
set(handles.edTp, 'Enable', 'Off')
set(handles.edFq, 'Enable', 'Off')
set(handles.uipanelSpek, 'Visible', 'Off')
```

```
% --- Executes on button press in radAnaIreg.
function radAnaIreg_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to radAnaIreg (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% Hint: get(hObject,'Value') returns toggle state of radAnaIreg
set(handles.radAnaReg, 'Value', 0)
set(handles.radAnaIreg, 'Value', 1)
set(handles.teHw, 'String', 'Hs (cm)')
set(handles.teTw, 'String', 'Tp (s)')
set(handles.popJenSpek, 'Enable', 'On')
set(handles.edHs, 'Enable', 'On')
set(handles.edTp, 'Enable', 'On')
set(handles.edFq, 'Enable', 'On')
set(handles.uipanelSpek, 'Visible', 'On')
```



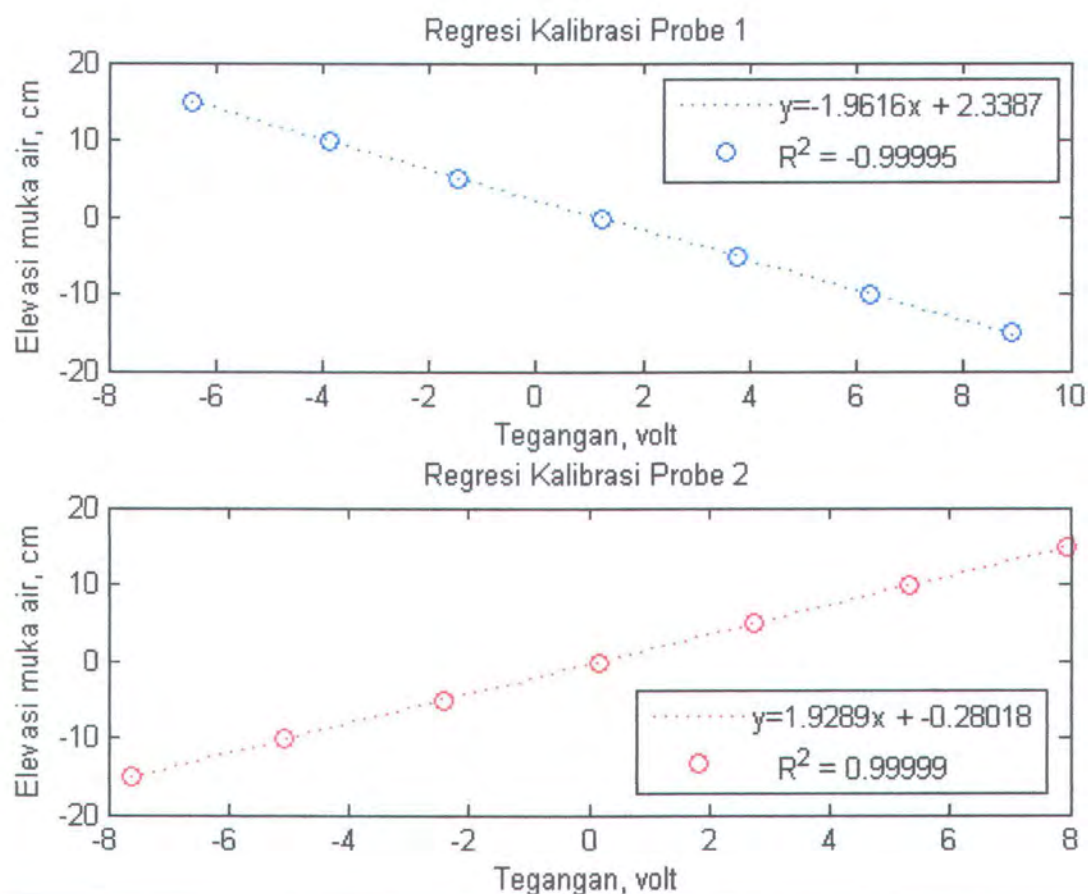
**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

# LAMPIRAN C

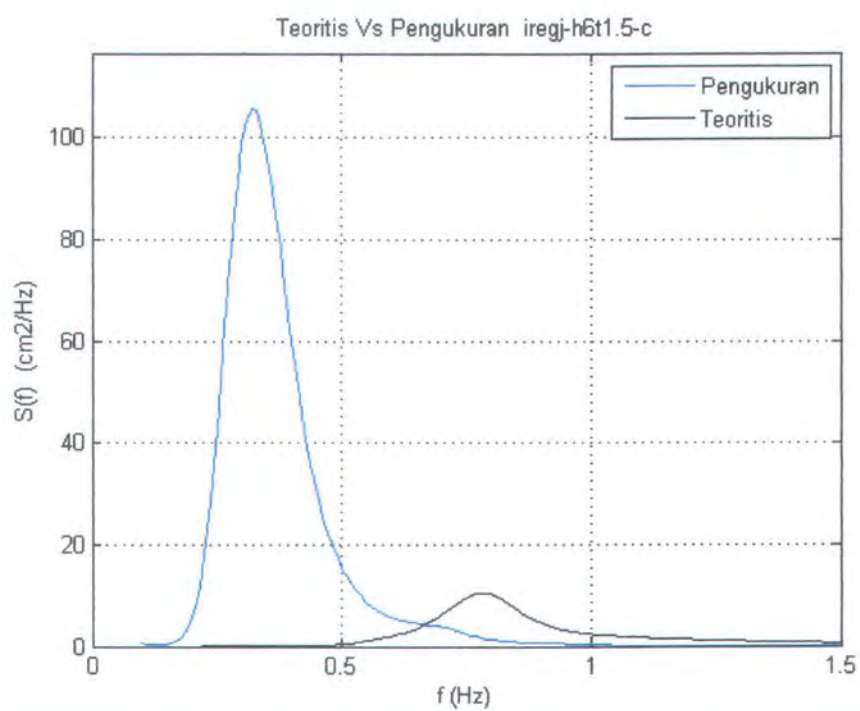
## OUTPUT PERANGKAT LUNAK



### Tampilan file output Hasil Kalibrasi



### Tampilan file output Teoritis Vs Pengukuran\_iregj-h6t1.5-c





## LAMPIRAN C – OUTPUT PERANGKAT LUNAK

### Tampilan file output Result\_iregj-h6t1.5-c

Wave and Response Analysis - FlumeTank@2011

Beginning of analysis result

Waktu Pemrosesan : 18-Jul-2011 12:17:30

Nama File: iregj-h6t1.5-c.xls

Channel 1

+++++=====+++++=====+++++=====+++++=====+++++

Calibration Equation

$y = -1.962x + 2.339$

Correlation Coefficient

$R^2 = -1.000$

Basic Output

+++++=====+++++=====+++++=====+++++=====+++++

Number of Waves	=	66
Standard Deviation	=	4.393
Variance	=	19.300

Wave Characteristic

+++++=====+++++=====+++++=====+++++=====+++++

Min-First Moment (momen -1)	=	8.86653
Zeroth Moment	=	19.21192
First Moment	=	45.12029
Second Moment	=	118.65463
Third Moment	=	370.56987
Fourth Moment	=	1486.72705

Average Wave Period	=	2.6753	seconds
Wave Peak Period	=	1.7750	seconds
Mean Zero Crossing Period	=	2.5283	seconds
Significant Wave Height	=	17.5326	centimetres
Maximum Wave Height	=	31.0326	centimetres
Zero Moment Wave Height	=	17.5326	centimetres
Average Wave Height	=	10.9579	centimetres
rms Wave Height	=	9.7481	centimetres
Average of Highest 1/10	=	22.2664	centimetres

Channel 2

+++++=====+++++=====+++++=====+++++=====+++++

# **Tampilan file output FFTout\_iregj-h6t1.5-c**

FFTout

Nama file : iregj-h6t1.5-c

Waktu Pemrosesan : 21-Jul-2011 23:22:12

Freq(Hz)      Probe 1(cm/Hz)    Probe 2(cm/Hz)

1.0000000e-001	7.2002379e-001	6.5061737e-001
1.0954774e-001	6.6475066e-001	6.1209875e-001
1.1909548e-001	6.0276008e-001	5.5830515e-001
1.2864322e-001	5.4092745e-001	5.0739334e-001
1.3819095e-001	5.1575266e-001	4.5325366e-001
1.4773869e-001	5.3416745e-001	4.0428309e-001
1.5728643e-001	7.3230624e-001	4.0382232e-001
1.6683417e-001	1.0542167e+000	5.0364340e-001
1.7638191e-001	1.8011476e+000	7.8023735e-001
1.8592965e-001	2.8400539e+000	1.2643617e+000
1.9547739e-001	4.8190860e+000	2.0678379e+000
2.0502513e-001	7.9557258e+000	3.5269294e+000
2.1457286e-001	1.1657438e+001	5.2111983e+000
2.2412060e-001	1.8392832e+001	7.5746223e+000
2.3366834e-001	2.5790266e+001	1.0258660e+001
2.4321608e-001	3.5579851e+001	1.3628613e+001
2.5276382e-001	4.6725735e+001	1.6894708e+001
2.6231156e-001	5.8510543e+001	2.0144728e+001
2.7185930e-001	7.1262175e+001	2.3250449e+001
2.8140704e-001	8.2126825e+001	2.5724956e+001
2.9095477e-001	9.1496383e+001	2.7618993e+001
3.0050251e-001	9.8957752e+001	2.8584464e+001
3.1005025e-001	1.0382948e+002	2.8769711e+001
3.1959799e-001	1.0601075e+002	2.8157237e+001
3.2914573e-001	1.0559336e+002	2.6960224e+001
3.3869347e-001	1.0265411e+002	2.5228126e+001
3.4824121e-001	9.8032397e+001	2.3183796e+001
3.5778894e-001	9.2112842e+001	2.1188493e+001
3.6733668e-001	8.5001957e+001	1.9070595e+001
3.7688442e-001	7.8086625e+001	1.7206580e+001
3.8643216e-001	7.0648223e+001	1.5547942e+001
3.9597990e-001	6.2539234e+001	1.4019104e+001
4.0552764e-001	5.5538526e+001	1.2744169e+001
4.1507538e-001	4.8921344e+001	1.1451112e+001
4.2462312e-001	4.2872459e+001	1.0342440e+001
4.3417085e-001	3.7550565e+001	9.3688390e+000
4.4371859e-001	3.2918160e+001	8.3937453e+000



# LAMPIRAN C – OUTPUT PERANGKAT LUNAK

8.6381910e-001	9.0199363e-001	2.9351861e+000
8.7336683e-001	8.6124266e-001	2.7235194e+000
8.8291457e-001	8.0987847e-001	2.4928724e+000
8.9246231e-001	7.9253675e-001	2.2120223e+000
9.0201005e-001	7.6884401e-001	1.9266919e+000
9.1155779e-001	7.4465725e-001	1.6320718e+000
9.2110553e-001	7.2853105e-001	1.3797616e+000
9.3065327e-001	7.0389075e-001	1.1629328e+000
9.4020101e-001	6.8279627e-001	9.8928074e-001
9.4974874e-001	6.5803817e-001	8.6180958e-001
9.5929648e-001	6.3592213e-001	7.7045045e-001
9.6884422e-001	6.1441344e-001	7.1300075e-001
9.7839196e-001	5.9471792e-001	6.8567418e-001
9.8793970e-001	5.6220720e-001	6.6865276e-001
9.9748744e-001	5.3136654e-001	6.5629321e-001
1.0070352e+000	4.9164567e-001	6.4519699e-001
1.0165829e+000	4.5164293e-001	6.4587436e-001
1.0261307e+000	4.1055465e-001	6.3725380e-001
1.0356784e+000	3.7088990e-001	6.3261535e-001
1.0452261e+000	3.3169509e-001	6.2434463e-001
1.0547739e+000	3.0026175e-001	6.2065669e-001
1.0643216e+000	2.7881659e-001	6.1554740e-001
1.0738693e+000	2.6037085e-001	6.0693668e-001
1.0834171e+000	2.5435068e-001	5.9125362e-001
1.0929648e+000	2.4035741e-001	5.7222239e-001
1.1025126e+000	2.3515612e-001	5.4579533e-001
1.1120603e+000	2.3004552e-001	5.1250764e-001
1.1216080e+000	2.2128250e-001	4.7932180e-001
1.1311558e+000	2.1427356e-001	4.4185558e-001
1.1407035e+000	2.0540119e-001	4.0516608e-001
1.1502513e+000	1.9732850e-001	3.6995410e-001
1.1597990e+000	1.8966511e-001	3.4483991e-001
1.1693467e+000	1.8298629e-001	3.2591045e-001
1.1788945e+000	1.7780683e-001	3.1175359e-001
1.1884422e+000	1.7024325e-001	3.0085526e-001
1.1979899e+000	1.6504565e-001	2.9502834e-001
1.2075377e+000	1.6103338e-001	2.9499957e-001
1.2170854e+000	1.5897918e-001	2.9253817e-001
1.2266332e+000	1.5381270e-001	2.8968943e-001
1.2361809e+000	1.5313433e-001	2.9030901e-001
1.2457286e+000	1.5416390e-001	2.9374429e-001
1.2552764e+000	1.5487805e-001	2.8944406e-001
1.2648241e+000	1.5793392e-001	2.8798512e-001